

## TEMPERATURMANAGEMENT IN NETZWERKEN MIT RINGTOPOLOGIE

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Temperaturmanagement in einem Netzwerk mit Ringtopologie und ein Datenbussystem zur Durchführung des Verfahrens.

Datenbusse für die Telekommunikation und Audiosysteme im Verkehrsmittel werden oft in Ring-Topologie ausgelegt. Die Daten werden dabei ringförmig durch jedes am Datenbus angeschlossene Gerät übertragen. Jedes am Datenbus angeschlossene Gerät weist einen Empfänger, einen Sender und ggf. einen Verstärker auf. Da das Signal jedes Gerät durchläuft, kann der Ausfall eines einzigen Geräts das gesamte Netzwerk zum Stillstand bringen (Grundlagen des Netzbetriebs, 2. Auflage, Microsoft Press 1997, Seiten 44, 45, 801, 808).

Ein Ausfall von Bauteilen, die der Datenübertragung dienen, sind in einem Netzwerk mit Ring-Topologie besonders schwerwiegend. Ein fehlerhaftes Bauteil hat den Ausfall der Datenkommunikation aller Netzwerkteilnehmer zur Folge.

Elektronische Bauteile, die zur Kommunikation in Netzwerken mit Ring-Topologie eingesetzt werden, müssen damit besonders gegen Beschädigung oder Zerstörung geschützt sein.

Opto-elektronische Sende- und Empfangseinheiten in Netzwerken mit Ring-Topologie sind in Industrie- sowie Medizinanwendungen und im Verkehrsmittel im Einsatz. Eine besonders große Rolle spielen opto-elektronischen Sende- und Empfangseinheiten insbesondere in der multimedialen Vernetzung von Fahrzeugen in Verbindung mit optischen Bussystemen in Ring-Topologie.

Opto-elektronische Systeme werden in der Multimedia-Networking-Technologie MOST (Media Oriented Systems Transport) eingesetzt. Diese Technologie wurde von verschiedenen Automobilherstellern und Zulieferer auf Basis eines optischen Bussystems entwickelt, welche speziell für den Einsatz im Infotainment-Bereich eines Fahrzeugs konzipiert wurde. Weitere Informationen zum Thema MOST finden sich beispielsweise in der Zeitschrift Elektronik, 14/2000, Seite 54 ff und unter <http://www.mostnet.de>.

Opto-elektronischen Sende- und Empfänger-Einheiten sind für eine Beschädigung oder Zerstörung wegen Überhitzung anfällig, da opto-elektronischen Einheiten aus technischen Gründen auf eine maximale Betriebstemperatur beschränkt sind. Gerade bei Einsatzbedingungen in denen die Umgebungstemperatur opto-elektronischer Einheiten aufgrund der Umweltbedingungen auf Werte oberhalb der zugelassenen Betriebstemperatur steigt, kann es zum Totalausfall des Bauteils und damit des Netzwerks kommen.

Beim Einsatz von Datenbussystemen in Fahrzeugen, also Einsatz von Steuergeräten, die über Sende-/Empfangseinheiten an einen Datenbus angeschlossen sind, kann die Umgebungstemperatur aufgrund mehrerer Gründe ansteigen. Beispielsweise durch Nutzung des Fahrzeugs in Gegenden mit Extrem-Temperaturen wie Death Valley in USA oder Positionierung eines an den Datenbus angebundenen Steuergeräts an einer Stelle im Fahrzeug mit hoher Temperaturentwicklung wie beispielsweise Motor oder Auspuffanlage. Zudem kann ein Steuergerät selbst aufgrund seiner Funktionsweise eine hohe Verlustleistung erzeugen, wie dies beispielsweise bei einem Soundverstärker der Fall ist, womit die Temperatur des Steuergeräts ebenfalls zunimmt. Steigt die Temperatur des Steuergeräts, steigt ebenfalls die Temperatur der korrespondierenden Sende-/Empfangseinheit. Bei Überschreiten der Maximaltemperatur der Sende-/Empfangseinheit wird diese irreversibel zerstört und aufgrund der Ring-Topologie bricht die Netzwerk-Kommunikation zusammen. Damit

wird die Zuverlässigkeit des Netzwerks von der Sende-/Empfangseinheit bestimmt.

Aus der WO 99/33294 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Temperaturmanagement in kabellosen Telekommunikations-Netzwerken offenbart. Hierbei wird bei Anstieg der in einer Basis-Station gemessenen Temperatur mittels der korrespondierenden mobilen Einheiten der Transceiver in der Basis-Station abgeschaltet. Nach Abkühlen der Basis-Station werden die Transceiver in der Basis-Station von den mobilen Einheiten erneut zugeschaltet. Das Verfahren ermöglicht bei Überhitzung der Basis-Station eine Reduzierung der Betriebstemperatur. Die Ausfallwahrscheinlichkeit der Basis-Station wird heruntergesetzt.

Es ist nun die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren und ein Datenbussystem zu finden, welche die Ausfallsicherheit eines Netzwerks mit Ring-Topologie erhöht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Danach wird die Temperatur nahe bei der Sende-/Empfangseinheit mindestens eines Steuergeräts gemessen. Sobald die Temperatur an der Sende-/Empfangseinheit des Steuergeräts eine vorgegebene kritische Temperatur  $T_{krit}$  übersteigt, wird die Sende-/Empfangseinheit abgeschaltet und Weckanforderungen auf das Netzwerk seitens der Steuergeräte werden blockiert.

Die Sende-/Empfangseinheiten können elektronische, optoelektronische oder auch optische Sende-/Empfangseinheiten sein. Die Sende-/Empfangseinheiten werden oft auch Bustreiber, Transceiver oder einfach nur Netzwerkbauteile bezeichnet.

Das Verfahren hat den Vorteil, dass es zu keiner irreversiblen Zerstörung der Sende-/Empfangseinheiten kommt, da die

Sende-/Empfangseinheiten vor der Zerstörung durch Überhitzung abgeschaltet werden.

Bei einer Weiterführung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die nicht von der Überhitzung betroffenen Steuergeräte informiert, so dass diese entsprechende sicherheitsrelevante oder präventive Vorgänge vor Abschalten des Netzwerks einleiten können.

Idealerweise wird bei Überhitzungsgefahr des Steuergeräts die Wärmeentwicklung im Steuergerät minimiert, indem nur die Gerätefunktionen aufrechterhalten werden, welche zur weiteren Überwachung notwendig. Das ist der Weckbereitschaftsmodus des Steuergeräts und die Temperaturmessung der Sende-/Empfangseinheit des Steuergeräts. Dies erfolgt über Ruhestromversorgung der entsprechenden Bauteile.

Um weitere Wärmeentwicklung zu vermeiden wird geprüft, ob die Aktivierung der Klimatisierungsautomatik oder eines Gebläses die Temperatur an dem betreffenden Ort im Fahrzeug reduzieren kann. Zudem können Hitzschutzmittel wie Sonnenblenden oder Hitze-Reflektoren zum Einsatz gebracht werden.

Die präventiven Sicherheitsmaßnahmen schliessen insbesondere die Reduzierung oder Abschaltung von eigene Wärmequellen ein: Beispielsweise können Motorsteuergeräte dafür sorgen, dass der Motor nur noch mit niederen Umdrehungszahlen gefahren werden kann, um Wärmeentwicklung zu vermeiden. Steuergeräte mit hoher Verlustleistung werden abgeschaltet.

Des weiteren können die Überhitzungsdaten, also Steuergerät und Temperatur, zur Datenerfassung an eine externen Zentrale gesendet werden. Hierdurch kann bei einem Werkstattaufenthalt des Fahrzeugs das entsprechende Steuergerät und dessen Umfeld auf mögliche Fehler untersucht werden.

Da die Zeit des Funktionsausfalls des Netzwerks auf eine minimale Zeitspanne begrenzt ist, kann der Ausfall des Netzwerks reversibel gemacht werden. Durch Optimierung der vorgegebenen Zeitspanne kann die Ausfallsdauer des Netzwerks minimal gehalten werden.

Idealerweise eignet sich das Verfahren zum Einsatz in Datenbussystemen in Verkehrsmitteln.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß auch durch ein Datenbussystem nach Anspruch 11 gelöst. In dem Datenbussystem ist der Sensor ein nahe bei der Sende-/Empfangseinheit positionierter Temperatursensor. Zudem sind Weckmittel für den Datenbus und Sende-/Empfangseinheit-Abschaltmittel vorhanden. Zusätzlich ist ein Mittel vorhanden, welches mit dem Weckmittel, und dem Sende-/Empfangseinheit-Abschaltmittel und dem digitalen Temperatursignal zusammenwirkt, um bei Überschreiten einer vorgegebenen kritischen Temperatur  $T_{krit}$  die Sende-/Empfangseinheit abzuschalten und das Weckmittel zu blockieren.

Die Positionierung des Temperatursensors nahe bei der Sende-/Empfangseinheit erlaubt eine optimale Temperaturkontrolle der Sende-/Empfangseinheiten.

Das Zusammenwirken des Weckmittels, des Abschaltmittels sowie der digitalen Temperatursignale erfolgt idealerweise über ein softwaretechnisch oder hardwaretechnisch ausgeführtes Mittel. Diese direkte Zusammenwirken über ein Mittel erlaubt die optimale Umsetzung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten, die Lehre der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise auszugestalten und weiterzubilden. Dazu ist einerseits auf die untergeordneten Ansprüche und andererseits auf die nachfolgende Erläuterung einer Ausführungsform zu verweisen. Es sollen auch die vorteilhaften Ausgestaltungen einbezogen sein, die sich aus ei-

ner beliebigen Kombination der Unteransprüche ergeben. In der Zeichnung ist eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens und eine entsprechende Vorrichtung dargestellt. Es zeigen jeweils in schematischer Darstellung,

Fig. 1 eine Netzstruktur in Ring-Topologie,

Fig. 2 einen Temperaturverlauf in einer Sende-/Empfangseinheit mit und ohne Energiesparmodus und

Fig. 3 ein Steuergerät.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Temperaturmanagement ist in der Multimedia-Netzwerk-Technologie MOST, also als optisches Ring-Bussystem 1 für Infotainment-Anwendungen im Fahrzeug, ausgebildet. Die Steuergeräte 2 tauschen mittels Sende-/Empfangseinheiten 5 Daten über das Bussystem 1 aus. Die Temperatur wird an den Sende-/Empfangseinheiten 5 gemessen. Sobald die Temperatur an einer Sende-/Empfangseinheit 5 eines Steuergeräts 2 eine vorgegebene kritische Temperatur übersteigt, wird die Sende-/Empfangseinheit 5 abgeschaltet und Weckanforderungen auf das Bussystem 1 seitens der weiteren Steuergeräte 2 werden blockiert.

In Fig. 1 ist die Netzstruktur von einem MOST-Netzwerk 1 abgebildet. Diese umfasst eine Ring-Topologie, die als geschlossene Schleife ausgebildet ist. Das Netzwerk 1 ist als optisches Bussystem ausgebildet, welches polymeroptische Lichtleiter als Übertragungsmedium verwendet.

In der Figur 1 sind mehrere Steuergeräte 2 an das Netzwerk 1 angeschlossen, die über das Netzwerk 1 Daten austauschen. Die Steuergeräte 2 sind sogenannte MOST-Devices. Diese können an ein MOST-Netzwerk 1 angeschlossen werden. Beispielhafte Steuergeräte 2 im Ausführungsbeispiel für Infotainment-Anwendungen im Fahrzeug sind Mensch-Maschine-Schnittstelle, Sprachbedienung, Navigation, Internet, PC-Schnittstelle,

Sound-System, Handy, Kopfhörer, Telematikanwendungen, Medienlaufwerke wie CD, MD, DVD usw.

In Figur 3 ist ein Steuergerät 2 mit einer in das Steuergerät 2 integrierten Temperaturkontrolleinheit abgebildet. Das Gerät 2 enthält neben der oben beispielhaft aufgeführten Gerätefunktionseinheit 10 sowie der Temperaturkontrolleinheit, einen Mikrokontroller 9 eines MOST-Transceivers mit opto-elektronischer Sende-/Empfangseinheit 5, zur Kommunikation im MOST-Netzwerk 1.

Die Umwandlung der elektrischen Signale in optische Signale und umgekehrt erfolgt über opto-elektronische bzw. faser-optische Sende-/Empfangs-Einheiten 5, sogenannte FOT (Fiber Optical Transceiver). Jedes Steuergerät 2 wird über einen standardisierten Stecker mit dem Übertragungsmedium, dem optischen Bussystem 1, verbunden.

Die Buskommunikation übernimmt der MOST-Transceiver bestehend aus dem Mikrokontroller 9 sowie der opto-elektronischen Sende-/Empfangseinheit 5. Der MOST-Transceiver stellt auf der unteren Ebene die Basisfunktionen des Netzmanagements zur Verfügung. Diese beinhalten unter anderem die Mechanismen für den Transport der einzelnen Dienste. Darüber liegt die bereits zum Netzwerk zählende Ebene der "NetServices", die auf dem Mikrokontroller laufen. Die "NetServices" bestehen aus den Mechanismen und Routinen zum Betrieb und Verwaltung des Netzes.

Zudem ist in Figur 3 die im Steuergerät 2 enthaltene Temperaturkontrolleinheit abgebildet. Diese besteht aus einem Temperatursensor 6, einem A/D-Wandler 7, einer Stromversorgungseinheit 11 und einem Mikrokontroller 8, welcher die Temperaturwerte überwacht und die Interaktion zwischen Steuergerätfunktionseinheit 10 und Kommunikation mit dem Bussystem 1 veranlasst.

Der Temperatursensor 6 ist in der Lage die Temperatur mit einer Genauigkeit von  $\pm 1$  Grad Kelvin zu messen. Die Temperaturmessung erfolgt in der unmittelbaren Umgebung der opto-elektronischen Sende-/Empfangseinheit 5. Üblicherweise wird ein Abstand von circa 10 mm gewählt zwischen der zu messenden opto-elektronischen Sende-/Empfangseinheit 5 und dem Temperatursensor 6 gewählt. Alternativ kann der Temperatursensor 6 auch an einer anderen Position im Gerät 2 angebracht werden, sofern die Temperaturwerte zwischen der opto-elektronischen Sende-/Empfangseinheit 5 und der eigentlichen Messstelle korreliert sind.

Die Temperaturkontrolleinheit ist mit einem softwaretechnisch umgesetzten Programm, welches auf dem Mikrokontroller 8 läuft, zur Ausführung der erfindungsgemäßen Verfahrensschritte ausgestattet.

Bei Überschreiten der Maximaltemperatur der opto-elektronischen Sende-/Empfangseinheit 5 wird dieser irreversibel zerstört und aufgrund der Ring-Topologie des Netzwerks 1 bricht die Netzwerk-Kommunikation zusammen. Um dies zu vermeiden ist in jedem Steuergerät 2 die Temperaturkontrolleinheit integriert. Diese Temperaturkontrolleinheit ist in der Lage einen Temperaturanstieg zu erkennen und entsprechende Schutzmaßnahmen zu ergreifen.

Die Temperatur in der opto-elektronischen Sende-/Empfangseinheit 5 wird kontinuierlich mittels der Temperatursensors 6 gemessen und vom Mikrokontroller 8 verarbeitet.

Steigt die Temperatur über einen Wert  $T_{inf}$  werden alle weiteren Teilnehmer 2 des Rings 1 von der Temperaturkontrolleinheit mittels der "NetServices" über den Temperaturanstieg und der damit möglichen Überhitzung informiert. Hierbei wird die Variable "Temperatur" auf den Wert "Warnung" gesetzt.



Für die Benachrichtigung durch die Temperaturkontrolleinheit ist es unerheblich, ob der Temperaturanstieg während des laufenden Betriebs oder direkt nach Start des Systems erfolgt. Die Benachrichtigung erfolgt mittels der oben erwähnten "Net-Services".

Mit dieser Benachrichtigung werden weitere präventive Schutzmassnahmen eingeleitet. So aktiviert beispielsweise das Steuergerät 2, welches die Schnittstelle zum Mobiltelefon bildet, automatisch beim Provider die Mailbox des Mobiltelefons. Dies ist notwendig, da bei eingetretener Überhitzung diese Umschaltung nicht mehr erfolgen kann und zudem keine Anrufe mehr entgegengenommen werden können.

Ebenso wird der Dienst Tele-Aid, welcher im Notfall per SMS- (Short Message Services)-Nachricht über eine externe Zentrale Hilfe anfordert, auf Minimalst-Modus geschaltet, der sich dadurch auszeichnet, dass die Netzwerkfunktionalität nicht mehr benötigt wird. Das Steuergerät 2 muss also nicht mehr auf das Bussystem 1 zugreifen.

Bei der Benachrichtigung der Netzteilnehmer 2 durch die Temperaturkontrolleinheit erfolgt ebenfalls eine Benachrichtigung an den Fahrer. Dies wird realisiert indem ein Mensch-Maschine-Schnittstelle-Steuergerät 2 (MMI-Controller) eine entsprechende Information an den Fahrer ausgibt, sobald die Variable "Temperatur" auf den Wert "Warnung" gesetzt wird bzw. die Nachricht über Abschaltung des optischen Datenbusses 1 ausgegeben wird. Insbesondere erhält der Fahrer eine Information darüber, dass möglicherweise das Infotainment wegen Überhitzung abgeschaltet wird und dass beispielsweise sein Mobiltelefon auf die Mailbox umgeschalten wurde.

Fällt die Temperatur in der opto-elektronischen Sende-/Empfangseinheit 5 wieder auf eine Temperatur unter einen Schwellenwert  $T_{th}$ , ist der Temperaturanstieg überwunden. Die Temperaturkontrolleinheit benachrichtigt alle Teilnehmer des Rings

1 mittels der "NetServices", indem die Temperaturkontrolleinheit die Variable "Temperatur" auf den Wert "Normal" setzt. In Figur 2 ist der korrespondierende Temperaturverlauf 3 der opto-elektronischen Sende-/Empfangseinheit 5 als Funktion der Zeit aufgetragen.

Steigt die Temperatur in der opto-elektronischen Sende-/Empfangseinheit 5 dagegen weiter an und überschreitet eine für den Betriebszustand der opto-elektronischen Sende-/Empfangseinheit 5 kritische Temperaturschwelle " $T_{krit}$ ", wird die Spannungsversorgung der opto-elektronischen Sende-/Empfangseinheit abgeschaltet und die Weckbereitschaft für das Netzwerk 1 blockiert. Vor dem Abschalten der überhitzten opto-elektronischen Sende-/Empfangseinheit 5 benachrichtigt die Temperaturkontrolleinheit die weiteren Netzteilnehmer 2 von der bevorstehenden Abschaltung des optischen Bussystems 1. Die weiteren Netzteilnehmer 2 schalten sich daraufhin in einen Bereitschaftsmodus ab. Der Bereitschaftsmodus ist dadurch gekennzeichnet, dass den Steuergeräten 2 genügend Ruhestrom für die Bereitschaftsfunktion zur Verfügung steht.

Beispielsweise ist bei einer Schließ-Funk-Fern-Bedienung eines Fahrzeugs, beim Abschalten des Fahrzeugs das Steuergerät 2 mit dem Funk-Sensor im Bereitschaftsmodus. Das heißt der Funk-Sensor erhält soviel Ruhestrom, dass dieser bei Auftreten eines Funk-Signals der Fern-Bedienung dieses Signal erfassen kann. Daraufhin weckt das Steuergerät 2 den Bus 1. Die Steuergeräte 2 sind ebenfalls im Bereitschaftsmodus auf Signale vom Bussystem 1.

Ein weiterer Netzteilnehmer 2 kann auch nur die opto-elektronische Sende-/Empfangseinheit 5 abschalten, sofern er seine Funktion auch ohne Buskommunikation erfüllen kann.

Zudem wird für spätere Diagnosezwecke ein Fehlercode DTC (Detected Trouble Code) gespeichert. In dem Ausführungsbeispiel wird nach Benachrichtigung der Netzteilnehmer 2 in dem Diag-

nosespeicher eines speziell dafür vorgesehenen Steuergeräts 2 der Fehlercode zusammen mit den Umgebungsdaten "Kilometer-Stand" in folgendem Format abgelegt: Dd dd ss hh yy km km km (Dd dd = "Fehlercode für kritische Sende-/Empfangseinheit-Temperatur", ss = status "aktiv/passiv", hh = "Fehlerzähler", yy = "MainFBlockID", km km km = "Kilometer-Stand mit Hi-Mid-Lo-Byte"). Dieser Fehlercode kann nur von einem speziellen Diagnoseprogramm ausgelesen und gelöscht werden.

Zur Abkühlung der überhitzten opto-elektronischen Sende-/Empfangseinheit 5 wird das Steuergerät 2 in einen Energiesparmodus gefahren, in dem nicht benötigte Anwendungen heruntergefahren werden, die opto-elektronische Sende-/Empfangseinheit 5 abgeschaltet wird und die Temperaturkontrolleinheit weiterhin aktiviert bleibt. Mit dieser Maßnahme wird die Generierung von Wärme auf ein Mindestmaß reduziert. Der Energiesparmodus eines Steuergeräts 2 entspricht damit dem Bereitschaftsmodus eines Steuergeräts 2 mit dem Unterschied, dass im Energiesparmodus zusätzlich die Temperaturkontrolleinheit mit Strom versorgt werden muss. Der Stromverbrauch sollte auch im Energiesparmodus so gering als möglich sein, um die Batterie des Fahrzeugs nicht unnötig zu belasten. Damit übersteigt im Allgemeinen der Energiesparmodus den Ruhestrombedarf des Bereitschaftsmodus.

In diesem Energiesparmodus blockiert die Temperaturkontrolleinheit die Weck-Leitung des optischen Datenbusses 1, um die Weckbereitschaft des Netzwerks 1 zu unterbinden. In dem Ausführungsbeispiel ist die Weck-Leitung des optischen Datenbusses 1 als elektrische Leitung realisiert. Die Blockierung erfolgt, in dem die elektrische Leitung auf Masse geschaltet wird. Damit kann kein weiteres Steuergerät 2 eine Nachricht über den Ring 1 versenden.

Der Energiesparmodus wird nur über eine maximal vorgegebene Zeitdauer aufrechterhalten, um die Batterie des Fahrzeugs nicht zu Entleeren. Üblicherweise wird bei MOST-Systemen in

Fahrzeugen mit durchschnittlichen Batterien die Zeitdauer auf maximal 30 Minuten beschränkt.

Sofern sich die überhitzte opto-elektronische Sende-/Empfangseinheit 5 in dieser vorgegebenen Zeitspanne auf eine Temperatur unterhalb des Schwellenwertes  $T_{th}$  abkühlt, wird die Weckbereitschaft des Netzwerks 1 wieder freigegeben, indem die Weck-Leitung von der Masse genommen wird. Weck-Anforderungen der Netzteilnehmer 2 können damit den Ring 1 im Normalzustand hochfahren.

In Figur 2 ist beispielhaft der Temperaturverlauf 4 in einer opto-elektronischen Sende-/Empfangseinheit 5 mit Energiesparmodus als Funktion der Zeit abgebildet. Der Energiesparmodus startet im Verlauf der Kurve 4 an dem Zeitpunkt an dem die Temperatur in der opto-elektronischen Sende-/Empfangseinheit den Wert  $T_{krit}$  übersteigt und endet an dem Zeitpunkt an dem die Temperatur in der opto-elektronischen Sende-/Empfangseinheit auf den ersten Wert unterhalb des Schwellenwerts  $T_{th}$  gefallen ist. Dieser Zeitabschnitt darf die vorgegebene Zeitspanne bis zur Abkühlung, hier 30 Minuten, nicht überschreiten.

Kühlt die überhitzte opto-elektronische Sende-/Empfangseinheit 5 des Geräts 2 in der vorgegebenen Zeitspanne von 30 Minuten nicht auf eine Temperatur unterhalb des Schwellenwertes  $T_{th}$  ab, so ist der Energiesparmodus überschritten. Das Steuergerät 2 wird in den Bereitschaftsmodus abgeschaltet. Bei der Abschaltung wird auch die Schaltung der Weck-Leitung auf Masse wieder aufgehoben. Das Gerät 2 kann sich seinen Ruhestrom ziehen. Die Temperaturkontrolleinheit verbraucht keinen Strom mehr.

In diesem Zustand kann das MOST-Netzwerk 1 wieder über Weck-Anforderungen seitens der weiteren Netz-Teilnehmer 2 aktiviert werden. Sollte sich die überhitzte opto-elektronische Sende-/Empfangseinheit 5 des Steuergeräts 2 bis zum nächsten Wecken durch einen Netzteilnehmer 2 nicht abgekühlt haben,

würde das betreffende Gerät 2 über das erfindungsgemäße Verfahren wieder in den Energiesparmodus geschalten werden.

Üblicherweise werden bei MOST-Systemen in Fahrzeugen für die definierten Temperaturabschnitte folgende Werte

$T_{th}$	+ 75 °C
$T_{inf}$	+ 80 °C
$T_{krit}$	+ 85 °C

eingesetzt. Wie bereits oben ausgeführt werden die Temperaturwerte durch die Betriebstemperatureigenschaften der im Netzwerk mit Ring-Topologie 1 eingesetzten Sende-/Empfangseinheiten 5 bestimmt. Hier im Ausführungsbeispiel entspricht dies den Temperatureigenschaften der opto-elektronischen Sende-/Empfangseinheit 5.

Das Steuergerät 2 im Ausführungsbeispiel könnte aber auch ein beliebiges Steuergerät sein, wie es in Verkehrsmitteln, Industrieanwendungen oder Medizin als Sensor, Aktor oder zur Steuerung zum Einsatz kommt.

In dem Ausführungsbeispiel ist das Netzwerk 1 ein MOST-Netzwerk. Das Verfahren kann aber auch bei anderen Bussystemen wie CAN, D2B, FlexRay usw. eingesetzt werden.

Die Sende-/Empfangseinheit 5 muss keine optische Komponente aufweisen. Das Verfahren und die Vorrichtung kann auch auf eine elektrische Sende-/Empfangseinheit oder ein optische Send-/Empfangseinheit angewendet werden.

Die Temperaturkontrolleinheit ist aus kostentechnischen Gründen im Steuergerät implementiert. Es könnte aber auch als unabhängige Einheit außerhalb des Steuergeräts im jeweiligen Anwendungsfalle angebracht sein. Einschränkend ist hierbei nur die Positionierung des Temperatursensors 6.

DaimlerChrysler AG

Patentansprüche

1. Verfahren zum Temperaturmanagement in einem Netzwerk (1) mit Ring-Topologie, wobei
  - Steuergeräte (2) mittels Sende-/Empfangseinheiten (5) Daten über das Netzwerk (1) austauschen, dadurch gekennzeichnet, dass
    - die Temperatur nahe bei der Sende-/Empfangseinheit (5) mindestens eines Steuergeräts (2) gemessen wird und
    - sobald die Temperatur an der Sende-/Empfangseinheit (5) des Steuergeräts (2) eine vorgegebene kritische Temperatur  $T_{krit}$  übersteigt,
    - die Sende-/Empfangseinheit (5) abgeschaltet wird und
    - Weckanforderungen auf das Netzwerk (1) seitens der Steuergeräte (2) blockiert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
  - sobald die Temperatur der Sende-/Empfangseinheit (5) die vorgegebene kritische Temperatur  $T_{krit}$  übersteigt das Steuergerät (2) in einen Energiesparmodus gefahren wird, in dem
    - der Weck-Bereitschaftsmodus des Steuergeräts (2) und
    - die Temperaturmessung nahe bei der Sende-/Empfangseinheit (5) des Steuergeräts (2) sichergestellt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
  - die Blockierung der Weckanforderungen aufgehoben wird,

- sobald die Temperatur der Sende-/Empfangseinheit (5) innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne auf eine Temperatur unter der vorgegebenen kritischen Temperatur  $T_{krit}$  und unter einer vorgegebenen Schwellwert-Temperatur  $T_{th}$  gefallen ist, wobei die Schwellwert-Temperatur  $T_{th}$  unter der kritischen Temperatur  $T_{krit}$  liegt.

4. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass

- bei Erreichen einer vorgegebenen Temperatur  $T_{inf}$ , welche unter der vorgegebenen kritischen Temperatur  $T_{krit}$  und über einer vorgegebenen Schwellwert-Temperatur  $T_{th}$  liegt,
- eine Benachrichtigung der weiteren Steuergeräte (2), des Fahrers sowie externer Servicestellen über eine mögliche Überhitzung erfolgt und/oder
- präventive Schutzmaßnahmen getroffen werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4,

d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die präventive Schutzmaßnahmen

- Aktivierung der Klimatisierungsautomatik und/oder
- Abschaltung von Wärmequellen und/oder
- Aktivierung von Hitzeschutzmitteln und/oder
- Aktivierung einer Notlauffunktion eines Steuergeräts, welche ohne Netzwerkfunktionalität einsetzbar ist, beinhalten.

6. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass

- bei Erreichen der kritischen Temperatur  $T_{krit}$  eine Benachrichtigung an die weiteren Steuergeräte (2) erfolgt und
- die weiteren Steuergeräte (2) nach Erhalt dieser Nachricht die Sende-/Empfangseinheiten (5) oder sich selbst abschalten.

7. Verfahren nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass das Steuergerät (2) in einen Bereitschaftsmodus gefahren oder abgeschaltet wird, wenn die Temperatur der Sende-/Empfangseinheit (5) während der Dauer einer vorgegebenen Zeitspanne über der kritischen Temperatur  $T_{krit}$  liegt oder gleich der kritischen Temperatur  $T_{krit}$  ist.
8. Verfahren nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass  
- das Netzwerk (1) als optisches Datenbus-Netzwerk (1) mit elektrischer Weck-Leitung ausgelegt wird und  
- die Blockierung der Weckanforderungen erfolgt, indem die Weck-Leitung auf Masse gelegt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass bei Erreichen der kritischen Temperatur  $T_{krit}$  ein Fehlercode für Diagnosezwecke gespeichert wird.
10. Verfahren nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die kritische Temperatur  $T_{krit}$  der maximalen Betriebstemperatur der Sende-/Empfangseinheiten, entspricht.
11. Datenbussystem in Ring-Topologie  
- mit mindestens einem Steuergerät (2) mit Sende-/Empfangseinheit (5), welche zur Ankopplung des Steuergeräts an den Datenbus (1) dient,  
- mit einem A/D-Wandler (7) zum Wandeln der analogen Sensorsignale eines Sensors (6) in digitale Messsignale, welche im Mikrorechner (8) eines Steuergeräts verarbeitet werden,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass  
- der Sensor ein nahe bei der Sende-/Empfangseinheit (5)



positionierter Temperatursensor (6) ist,

- Weckmittel für den Datenbus und Sende-/Empfangseinheit-Abschaltmittel vorhanden sind und
- ein Mittel (8) vorhanden ist, welches mit dem Weckmittel, und dem Sende-/Empfangseinheit-Abschaltmittel und dem digitalen Temperatursignal zusammenwirkt, um bei Überschreiten einer vorgegebenen kritischen Temperatur  $T_{krit}$  die Sende-/Empfangseinheit (5) abzuschalten und das Weckmittel zu blockieren.

12. Datenbussystem nach Anspruch 11,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass das Mittel (8) bei Überschreiten der vorgegebenen kritischen Temperatur  $T_{krit}$  das Steuergerät (2) in einen Energiesparmodus schaltet, in dem die Weckbereitschaft des Steuergeräts (2) sowie die Temperaturmessung an der Sende-/Empfangseinheit (5) des Steuergeräts (2) sichergestellt werden.

13. Datenbussystem nach Anspruch 11 oder 12,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass das Mittel (8) ein software- und/oder hardwaretechnisch umgesetztes Programm ist.

14. Datenbussystem nach Anspruch 11 zur Verwendung in einem Steuergerät (2).

525, 715  
10/525715

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
11. März 2004 (11.03.2004)

PCT

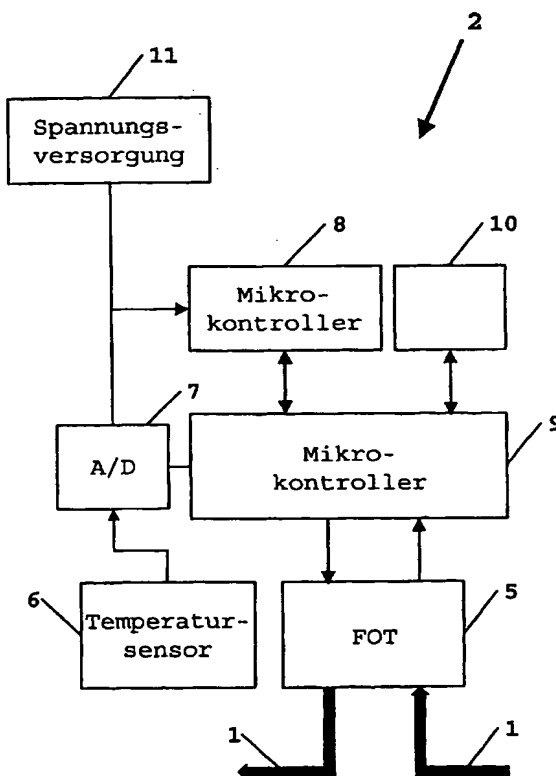
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/021096 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation: G05B 19/418 (72) Erfinder; und  
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/008679 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ENSSLIN, Ulrich [DE/DE]; Köstlinstrasse 174, 70499 Stuttgart (DE). NIEMCZYK, Norbert [DE/DE]; Hirsauer Strasse 54, 75180 Pforzheim (DE). SEIB, Hans-Gerd [DE/DE]; Auf der Gans 8, 70374 Stuttgart (DE).  
(22) Internationales Anmeldedatum: 6. August 2003 (06.08.2003)  
(25) Einreichungssprache: Deutsch (74) Anwälte: WEISS, Klaus usw.; DaimlerChrysler AG, Intellectual Property Management, IPM - C106, 70546 Stuttgart (DE).  
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch  
(30) Angaben zur Priorität: 102 38 869.5 24. August 2002 (24.08.2002) DE (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.  
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): DAIMLERCHRYSLER AG [DE/DE]; Epplestrasse 225, 70567 Stuttgart (DE). (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: TEMPERATURE MANAGEMENT IN RING TOPOLOGY NETWORKS

(54) Bezeichnung: TEMPERATURMANAGEMENT IN NETZWERKEN MIT RINGTOPOLOGIE



11... VOLTAGE SUPPLY  
8, 9... MICROCONTROLLER  
6... TEMPERATURE SENSOR

(57) Abstract: The invention relates to a method for temperature management in a ring topology network (1), whereby control appliances (2) exchange data over the network by means of emitting/receiving units. The aim of the invention is to provide a method and a data bus system which increase the fail-safeness of a ring topology network (1). To this end, the temperature in the vicinity of the emitting/receiving unit of at least one control appliance (2) is measured. As soon as the temperature in the region of the emitting/receiving unit (2) of the control appliance exceeds a pre-determined critical temperature  $T_{crit}$ , the emitting/receiving unit is switched off and prompting demands made on the network (1) by the control appliances (2) are blocked.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Temperaturmanagement in einem Netzwerk (1) mit Ring-Topologie, wobei Steuergeräte (2) mittels Send-/Empfangeinheiten Daten über das Netzwerk (1) austauschen. Es ist nun die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren und ein Datenbussystem zu finden, welche die Ausfallsicherheit eines Netzwerks (1) mit Ring-Topologie erhöht. Hierzu wird die Temperatur nahe bei der Send-/Empfangeinheit mindestens eines Steuergeräts (2) gemessen. Sobald die Temperatur an der Send-/Empfangeinheit (2) des Steuergeräts eine vorgegebene kritische Temperatur  $T_{krit}$  übersteigt, wird die Send-/Empfangeinheit abgeschaltet und Weckanforderungen auf das Netzwerk (1) seitens der Steuergeräte (2) werden blockiert.

WO 2004/021096 A1

1/3

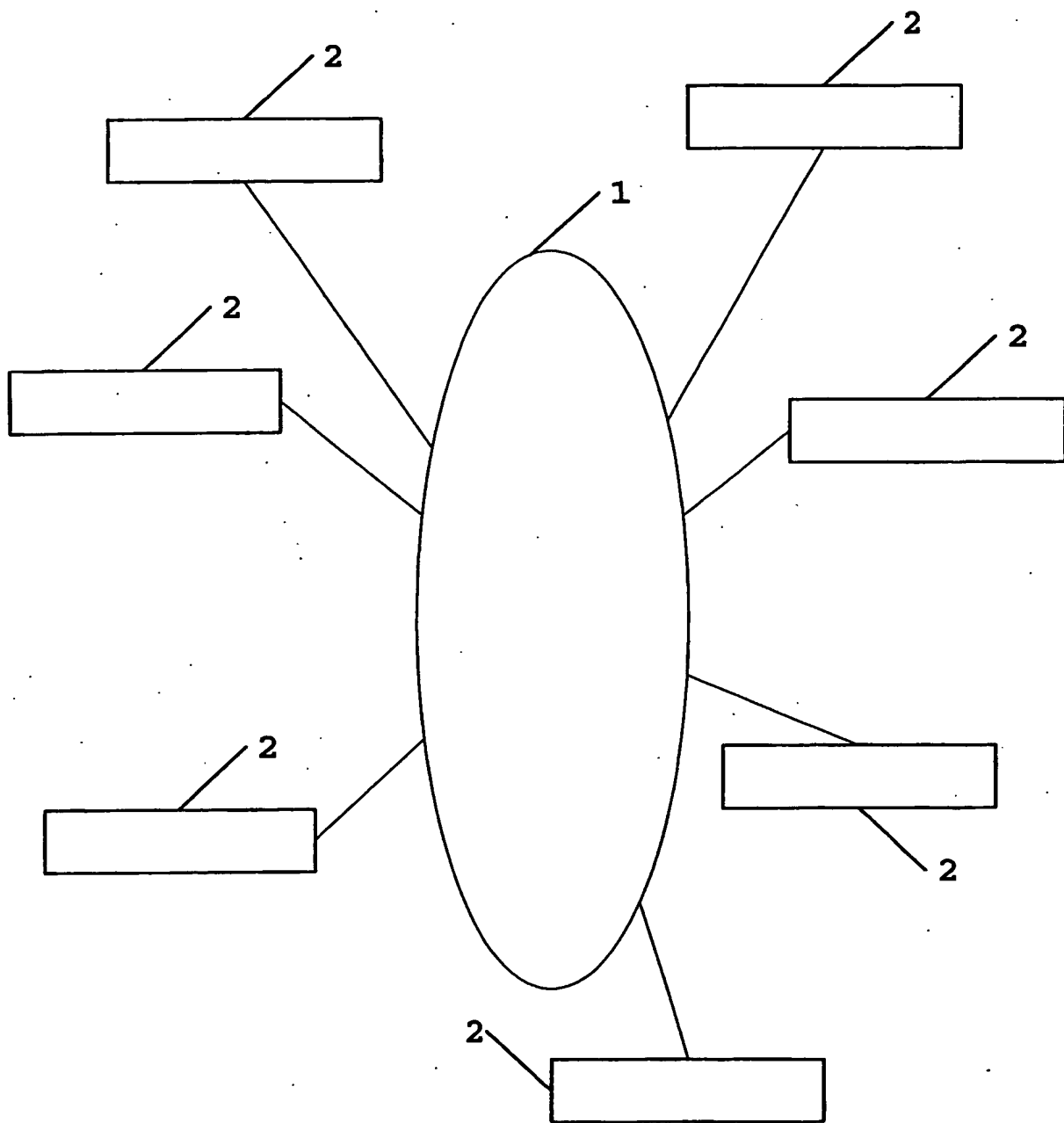


Fig. 1

2 / 3

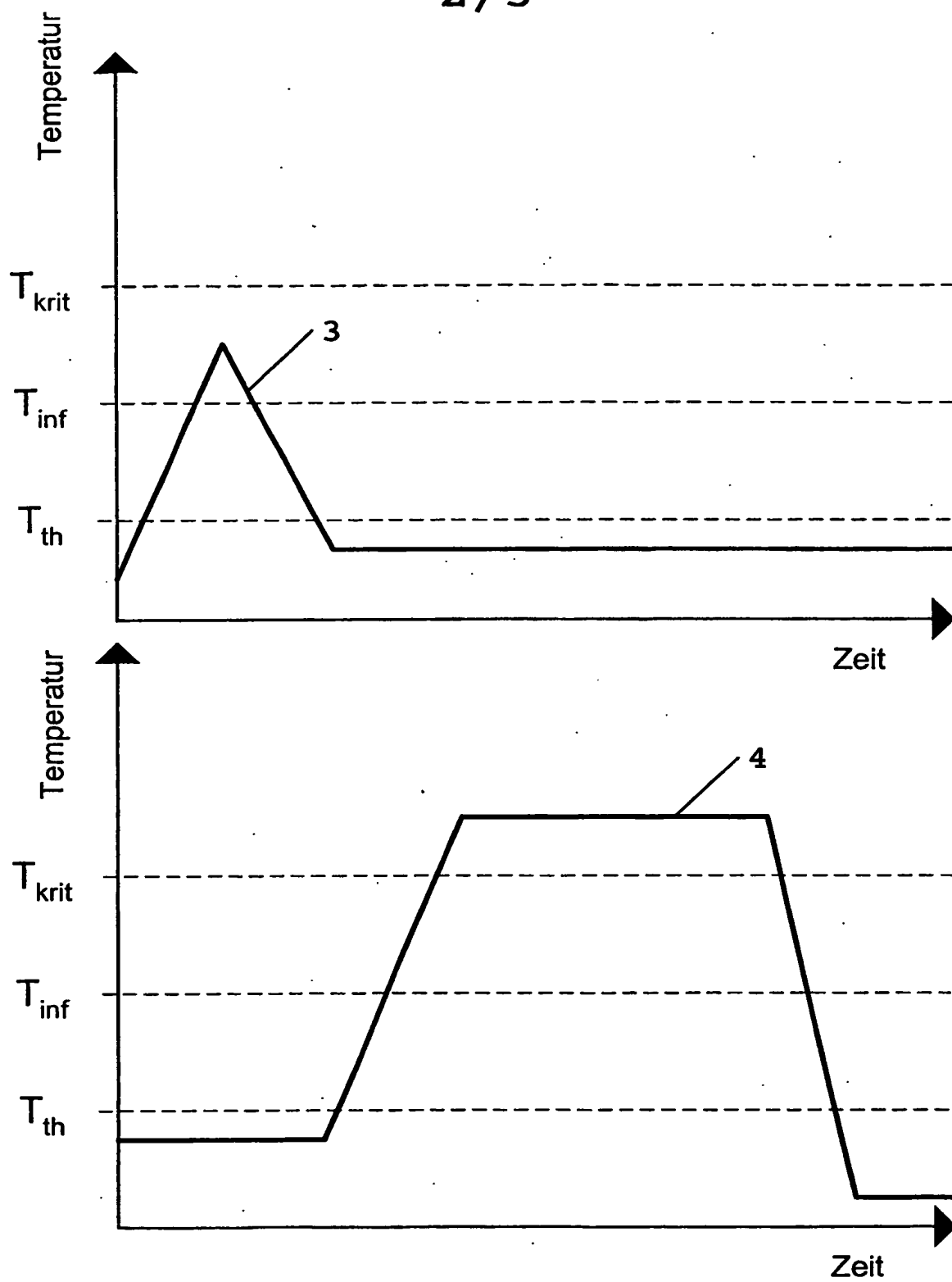


Fig. 2

3 / 3

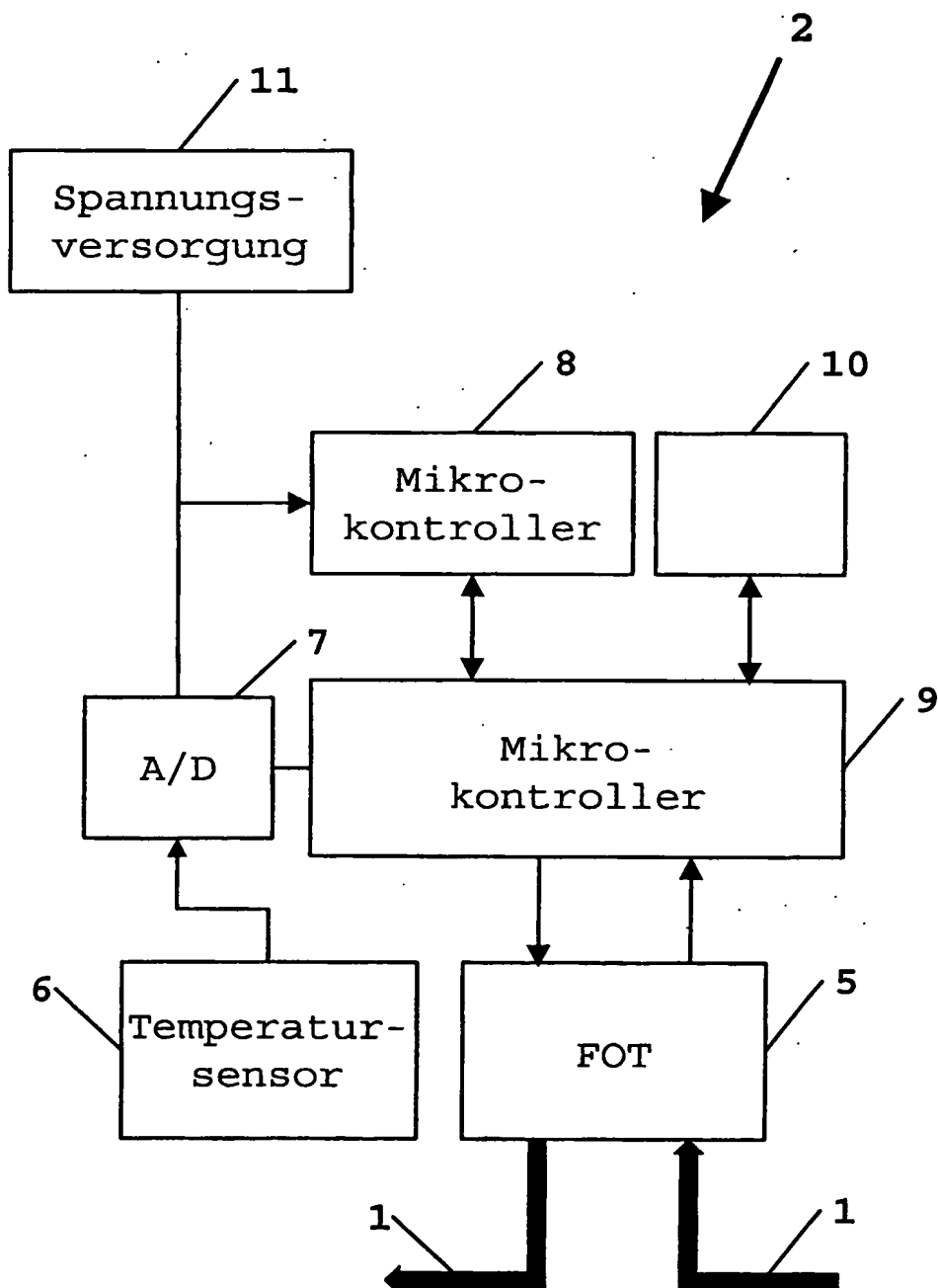


Fig. 3